

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ УКРАИНЫ  
ХАРЬКОВСКАЯ НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ ГОРОДСКОГО ХОЗЯЙСТВА**

**Методические указания к выполнению курсового проекта  
по дисциплине**

**«Теплоснабжение»**

(для студентов 4 и 5 курсов всех форм обучения и слушателей второго  
высшего образования по направлению подготовки 0921 (6.060101)  
«Строительство» специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция»)

**Харьков  
ХНАГХ  
2011**

Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Теплоснабжение» (для студентов 4 и 5 курсов всех форм обучения и слушателей второго высшего образования по направлению подготовки 0921 (6.060101) «Строительство» специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция»)/ Харьк. нац. акад. город. хоз-ва; состав.: Т.А.Евсеева, Н.В.Ластовец – Х.: ХНАГХ, 2011. – 32 с.

Составители:

Т. А. Евсеева,  
Н. В. Ластовец

Рецензент:

к.т.н., доц. А.В. Ромашко

Рекомендовано кафедрой эксплуатации газовых и тепловых систем,  
протокол № 9 от 27.10. 2010 г.

## Содержание

Общие указания .....	4
1 Состав курсового проекта .....	4
2 Требования к содержанию разделов проекта .....	5
3 Введение .....	7
4 Характеристика микрорайона .....	8
5 Тепловые сети до реконструкции .....	9
6 Тепловые сети после реконструкции .....	11
7 Определение тепловых нагрузок и расходов теплоносителя по потребителям .....	12
8 Гидравлический расчет системы теплоснабжения .....	16
9 Спецификация системы теплоснабжения до реконструкции .....	19
10 Спецификация системы теплоснабжения после реконструкции .....	20
11 Выводы .....	20
12 Расчетная схема тепловых сетей до реконструкции .....	22
13 Расчетная схема тепловых сетей после реконструкции .....	23
Список источников .....	24
Задание на курсовой проект .....	25
Приложения .....	26

## **Общие указания**

Курсовой проект «Реконструкция тепловых сетей», выполняемый студентами специальности «Теплогазоснабжение и вентиляция», имеет целью расширить и закрепить знания студентов в процессе изучения курса «Теплоснабжение».

При проектировании студент обучается: практическим методам расчета; конструированию узлов систем теплоснабжения; использованию норм, технических условий, типовых материалов и каталогов теплофикационного оборудования; применению типовых и новейших достижений техники теплоснабжения.

Студент должен самостоятельно решить весь комплекс вопросов своего проекта с необходимыми технико-экономическими расчетами.

В результате выполнения проекта должно быть получено рациональное и экономичное решение основных вопросов теплоснабжения микрорайона города. Разработанная система теплоснабжения должна отвечать действующим нормам на проектирование и техническим условиям на монтаж и эксплуатацию системы.

## **1 Состав курсового проекта**

Курсовой проект состоит из расчетно-пояснительной записки и графической части.

Структура расчетно-пояснительной записки:

Титульный лист.

Содержание.

1 Введение.

2 Тепловые сети до реконструкции.

3 Тепловые сети после реконструкции.

4 Определение тепловых нагрузок и расходов теплоносителя.

5 Выбор конструкций тепловой сети.

- 6 Расчетная схема тепловой сети.
- 7 Гидравлический расчет тепловой сети до реконструкции.
- 8 Гидравлический расчет тепловой сети после реконструкции.
- 9 Составление спецификации.
- 10 Выводы и обоснование принятых конструктивных решений.

Расчетно-пояснительная записка должна быть написана на одной стороне стандартного листа формата А 4 с соблюдением полей.

Графическая часть выполняется на листе формата А 1. На листе должен быть начерчен план тепловых сетей микрорайона до и после реконструкции, а также план и разрез тепловой камеры.

## **2 Требования к содержанию разделов проекта**

*Содержание.* Необходимо включать наименование всех разделов и пунктов с указанием номеров страниц, с которых начинаются структурные разделы.

*Введение.* Должно содержать характеристику микрорайона и оценку состояния современного уровня тепловых сетей, а также основные задачи реконструкции тепловых сетей.

*Тепловые сети до реконструкции.* Подача теплоносителя к потребителю осуществлялась от ТЭЦ. Подающий и обратный трубопровод проложен в непроходных каналах из лотковых элементов. Стоимость 1 метра таких сетей значительно выше стоимости водопроводных, канализационных, газовых, силовых и телефонных сетей из-за большой стоимости каналов и тепловой изоляции. В данном разделе необходимо проанализировать и привести недостатки существующей системы теплоснабжения.

*Тепловые сети после реконструкции.* Реконструкция тепловых сетей проводится с изменением трассировки, диаметров трубопроводов, применением новых промышленных строительных конструкций (каналов, камер, узлов камер), с применением промышленных конструкций тепловой изоляции труб заводского изготовления. Способ прокладки тепловых сетей при реконструкции следует выбирать в соответствии с указаниями СНиП 2.04.07-86

«Тепловые сети». Выбор того или иного способа прокладки определяется местными условиями, характером грунта, наличием и уровнем грунтовых вод, требуемой надежностью и экономичностью строительства, а также эксплуатационными затратами на содержание тепловой сети. В настоящее время около 84% тепловых сетей прокладываются подземно в каналах, около 6% - бесканальная прокладка, остальные 10% - надземная прокладка. В данном разделе необходимо привести достоинства и недостатки выбранного способа прокладки тепловых сетей.

*Определение тепловых нагрузок и расходов теплоносителя.* Тепловые нагрузки и расчетные расходы теплоносителя на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение следует определять в соответствии с указаниями СНиП 2.04.07-86 «Тепловые сети».

*Выбор конструкций тепловой сети.* К конструктивным элементам тепловой сети следует отнести трубопроводы, подвижные и неподвижные опоры, компенсаторы, арматуру, устройства для выпуска воздуха и спуска воды, тепловую изоляцию сетей. Трубопроводы являются основным видом конструкций тепловых сетей, поэтому они должны сохранять при эксплуатации высокую механическую прочность и герметичность. Трубопроводы должны обладать малой шероховатостью внутренней поверхности, высоким сопротивлением теплопередаче, коррозионной стойкостью, простотой монтажа и небольшой стоимостью. В настоящее время для тепловых сетей в основном применяются стальные трубы. Выбор материалов для трубопроводов и арматуры тепловых сетей производят в соответствии с требованиями СНиП 2.04.07-86 «Тепловые сети». Стальные трубы при монтаже тепловых сетей, как правило, соединяют с помощью электрической или газовой сварки. Соединение трубопроводов на фланцах применяют только при установке фланцевой арматуры.

*Гидравлический расчет тепловой сети.* Выполняется в соответствии с требованиями СНиП 2.04.07-86 «Тепловые сети». Гидравлический расчет тепловой сети выполняется до и после реконструкции.

*Составление спецификации.* После гидравлического расчета составляется спецификация на оборудование и материалы.

*Выводы и обоснование принятых решений.* В данном разделе необходимо обосновать и доказать правильность проведенной реконструкции тепловых сетей.

### **3 Введение**

Тепловыми сетями называют специальные трубопроводы, по которым транспортируется тепловая энергия в виде горячей воды или пара от источника теплоты (ТЕЦ или крупной котельной) к тепловым потребителям. Тепловая сеть – один из наиболее дорогостоящих и трудоемких элементов систем теплоснабжения. Сети систем теплоснабжения - это сложные сооружения. Тепловые сети состоят из соединенных между собой стальных труб, тепловой изоляции, компенсаторов тепловых удлинений, запорной и регулирующей арматуры, строительных конструкций, подвижных и неподвижных опор, тепловых камер, дренажных и воздухопускных устройств. Поэтому строительство и обслуживание тепловых сетей требуют огромных средств. Особенно это ощутимо в последние годы в связи с появлением все новых довольно крупных потребителей тепла, что влечет за собой непрерывный рост протяженности тепловых сетей и радиуса их действия. Специализированными проектными организациями разработаны схемы теплоснабжения для всех крупных и многих малых городов, а также промышленных комплексов. В дальнейшем осуществляется корректировка выполненных схем в связи с изменением перспектив развития, новыми техническими решениями, а также устареванием оборудования и выхода его из строя, что приводит к необходимости реконструкции и модернизации тепловых сетей.

Большие объемы развития тепловых сетей и технический прогресс строительства требуют разработки более совершенных и экономических теплопроводов, обладающих высокой теплозащитной способностью и долговечностью. Существующие же технические решения в данной области недостаточно полно удовлетворяют этим требованиям. Все еще высока

стоимость прокладки теплопроводов. Затраты на сооружение тепловых сетей составляют в городах около 50% начальной стоимости строительства ТЭЦ, а в промышленных районах 25-30%.

Срок службы тепловых сетей должен соответствовать сроку службы тех объектов, которые они обеспечивают теплотой. Однако из-за подверженности коррозии в основном в связи с агрессивностью грунтовых и поверхностных вод и почвы, тепловые сети из стальных труб весьма недолговечны. Это приводит к тому, что эксплуатируемые в настоящее время подземные теплопроводы, как правило, требуют частичной замены в сроки, значительно более короткие. С интенсивным развитием систем централизованного теплоснабжения увеличивается объем работы по их восстановлению и реконструкции, требующих больших материальных и трудовых ресурсов.

Удельный вес затрат на ремонт, модернизацию и реконструкцию водяных сетей по отношению к затратам на строительство новых сетей ежегодно возрастает. При осуществлении реконструкции и модернизации водяных тепловых сетей многие вопросы, связанные с их проектированием и строительством, требуют нового комплексного подхода к этой проблеме.

В данном курсовом проекте рассмотрен лишь небольшой основной расчетный этап, осуществляемый в процессе реконструкции тепловых сетей.

#### **4 Характеристика микрорайона**

В данном проекте рассматривается системе теплоснабжения жилого квартала, в котором имеются жилые дома, детский сад, школа и магазин. Все здания микро района были построены после до или после 1985 года.

Система теплоснабжения является централизованной, т.е. все здания обслуживаются одним источником тепла – котельной (КУ). Между потребителями теплота распределяется с помощью тепловой камеры. Тепловая сеть тупиковая, двухтрубная, состоящая из подающего и обратного теплопровода. Теплоноситель- вода. Температура теплоносителя в подающем трубопроводе  $T_1=150^{\circ}\text{C}$ , в обратном  $T_2=70^{\circ}\text{C}$ . По способу приготовления



воды для горячего водоснабжения тепловая сеть является закрытой, т.к. теплоноситель нагревается сетевой водой в специальных водоподогревателях. Трубопроводы используются стальные, прокладка теплопровода - подземная в непроходном канале.

Потребители теплоты имеют следующие характеристики:

- 1 Трехэтажный дом – отопливаемая площадь =  $800 \text{ м}^2$
- 2 Девятиэтажный дом – отопливаемая площадь =  $6000 \text{ м}^2$
- 3 Двухэтажный магазин – площадь =  $1500 \text{ м}^2$ , 40 чел.
- 4 Двухэтажный детский сад – площадь =  $2200 \text{ м}^2$ , 250 чел.
- 5 Пятиэтажный дом – площадь =  $3000 \text{ м}^2$ .
- 6 Девятиэтажный дом – отопливаемая площадь =  $6500 \text{ м}^2$
- 7 Школа – 4 этажа, площадь =  $4400 \text{ м}^2$ , 900 чел.

## **5 Тепловые сети до реконструкции.**

Решение реконструировать существующую систему теплоснабжения микрорайона, было принято в связи со многими ее недостатками. Так как снабжение всех зданий теплом осуществлялось централизованно, это приводило к большим потерям тепла в связи со значительной протяженностью теплопровода, которая оставляла 1102 метра. Такой объем труб требовал огромных затрат на их эксплуатацию и ремонт, которые к моменту реконструкции особенно возросли в связи со значительным износом трубопроводов и арматуры теплосети. Существенную роль в этом сыграл материал труб, который не так долговечен, как объекты, которые они обслуживают. В связи с тем, что в 80-х годах, когда строился микрорайон, для систем теплоснабжения массово использовались стальные трубы, к 2010 году большая их часть проржавела и требовала замены на новые. Трубопроводы либо не подлежали ремонту, либо нужны были большие средства для ремонта, результат которого был бы экономически нецелесообразным. Также в связи с большой протяженностью теплопровода

имелись большие потери напора и расхода электроэнергии на работу насосного оборудования.

До реконструкции прокладка теплопровода были подземная в непроходных каналах с воздушным зазором. Этот способ прокладки имеет ряд существенных достоинств.

Подземная прокладка не портит архитектурного облика, не мешает движению транспорта и позволяет снизить теплопотери за счет использования теплозащитных свойств грунта. Конструкция канала полностью разгружает теплопроводы от механического воздействия

Массы грунта и вредных транспортных нагрузок и ограждает трубопроводы и тепловую изоляцию от коррозионного влияния почвы. Прокладка в канале обеспечивает свободное перемещение трубопроводов при температурных деформациях как в продольном (осевом), так и поперечном направлении, что позволяет использовать их самокомпенсирующую способность на угловых участках.

Однако этот вид прокладки имеет и ряд недостатков. Самый существенный минус – опасность увлажнения и разрушения тепловой изоляции вследствие грунтовых или поверхностных вод, что приводит к резкому увеличению тепловых потерь, а также опасность внешней коррозии труб вследствие воздействия блуждающих токов, влаги и агрессивных веществ, содержащихся в грунте. В канале между поверхностью тепловой изоляции и стенками канала тепловая изоляция в меньшей степени подвержена увлажнению, поэтому и коррозия трубопроводов в таких каналах значительно меньше. Однако отсутствие вентиляции приводит к высокой влажности воздуха в канале. Влага конденсируется на холодном потолке канала и, падая с него в виде капель, увлажняет тепловую изоляцию труб, а затем снова испаряется, что приводит к быстрому разрушению изоляции. Также прокладка теплопровода в непроходном канале не позволяет вовремя обнаружить места порывов, что приводит к большим убыткам. Для осуществления ремонтных работ необходимо вскрывать улицы, проезды и дворы, что приводит к

дополнительным затратам и является еще одним недостатком подземной прокладки теплопроводов.

### **6 Тепловые сети после реконструкции.**

В результате реконструкции данной тепловой сети были проведены некоторые мероприятия, обеспечивающие экономическую выгодность и перспективность проекта.

Было принято решение отключить некоторых потребителей от системы централизованного теплоснабжения и перевести их на индивидуальную систему снабжения теплом. Установить у каждого отключенного потребителя котельные или топочные (котельные установки тепловой мощностью до 200 кВт). Это позволило снизить протяженность тепловой сети на 170 м, что в свою очередь уменьшает потери тепла и все потребители обеспечиваются теплоносителем с требуемой температурой. Также уменьшились затраты на транспортировку теплоносителя по сети, на 30-60% экономятся энергоресурсы за счет более высокого КПД и автоматики регулирования в новых котельных и топочных, достигается высокий уровень надежности и бесперебойность в работе.

Так как были отключены самые дальние потребители, отпала необходимость в установке дополнительных П- обратных компрессоров на теплопроводах, что на много сокращает потери напора в связи с уменьшением местных сопротивлений. Все эти мероприятия существенно сокращают расходы непосредственно на реконструкцию, а также на эксплуатацию обновленной теплосети. Отключены были следующие потребители: школа (3 этажа) и детский сад (2 этажа). Это решение основано на том, что школа и детский сад потребляют тепло только в дневное время суток, когда они работают, что составляет примерно 8 часов, так как это общественные здания. Поэтому в остальное время не происходит перерасход теплоносителя и энергии котельной установки.

Стальные трубы были заменены на оцинкованные, которые намного устойчивей к коррозии. Тепловая изоляция - из пенополиуритана в

полиэтиленовой оболочке. Применение таких высококачественных материалов позволило отказаться от прокладки теплопровода в непроходном канале и заменить ее на бесканальную прокладку. Это самый дешевый способ прокладки, поэтому он позволяет снизить на 30-40% строительную стоимость тепловой сети, значительно уменьшить трудовые затраты и расход материалов. Однако при бесканальной прокладке теплоизолированный трубопровод из-за непосредственного контакта с грунтом находится в условиях более активных физико-механических воздействий, чем в канальной прокладке. Этот способ прокладки также был принят в связи с небольшими диаметрами теплопроводов (70 - 200 мм), так как для теплопроводов с диаметром до 400 мм включительно рекомендуется именно этот способ прокладки.

## **7 Определение тепловых нагрузок и расходов теплоносителя по потребителям**

При реконструкции тепловых сетей одним из основных этапов проектирования является правильное определение тепловых нагрузок с учетом вновь присоединяемых или отсоединяемых от системы централизованного теплоснабжения потребителей. При этом определяются нагрузки в расчетном режиме, при котором сумма расходов теплоты всеми потребителями системы достигают максимального значения.

За счет отпуска теплоты из системы теплоснабжения удовлетворяются следующие виды теплоиспользования микрорайона:

- Сезонные тепловые нагрузки.
- Круглогодовые тепловые нагрузки.

Тепловые нагрузки потребителей не остаются постоянными. Расходы теплоты на отопление, вентиляцию и кондиционирование воздуха зависят в основном от климатических условий: температуры наружного воздуха, направления и скорости ветра, влажности воздуха и др. Отопление и вентиляция являются зимними тепловыми нагрузками, для кондиционирования воздуха в летний период требуется искусственный холод. Нагрузка горячего водоснабжения зависит от степени благоустройства здания и имеет переменный

суточный график, а годовой график в определенной мере зависит от времени года. Летние нагрузки, как правило, ниже зимних вследствие более высокой температуры водопроводной воды и меньших потерь теплопроводов.

Тепловые потоки для жилых районов городов и других населенных пунктов определяются согласно СНиП 2.04.07-86. Тепловые сети.

Максимальный тепловой поток на отопление жилых и общественных зданий, Вт, равен:

$$Q_{max}^0 = q_0 \cdot A \cdot (1 + k_1)$$

где  $q_0$  - укрупненный показатель максимального теплового потока на отопление 1  $m^2$  здания, Вт;

$A$  – общая площадь здания,  $m^2$ ;

$k_1$  - коэффициент, учитывающий тепловой поток на отопление здания,

$k_1 = 0$  для жилых зданий;  $k_1 = 0,25$  для общественных зданий.

Максимальный тепловой поток на вентиляцию для общественных зданий, Вт, равен:

$$Q_{max}^g = q_0 \cdot A \cdot k_1 \cdot k_2$$

где  $k_1$  - коэффициент, учитывающий тепловой поток для отопления общественных зданий,  $k_1 = 0,25$ ,  $k_2$  - коэффициент, учитывающий тепловой поток на вентиляцию общественных зданий,  $k_2 = 0,4$  для зданий, построенных до 1985 года;  $k_2 = 0,6$  для зданий, построенных после 1985 года.

Для определения максимального теплового потока на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий, Вт, сначала находится средний тепловой поток, Вт, по формуле:

$$Q_{cp}^{г.в.} = \frac{1,2 \cdot m \cdot (a + b) \cdot (55 - t_x)}{24 \cdot 3,6} \cdot c$$

где  $m$  – количество человек для жилых зданий определяется по формуле:

$$m = \frac{A}{12}$$

$a$  - норма потребления горячей воды для жилых зданий (105 л/сутки).

$b$  - норма потребления горячей воды для общественных зданий (25 л/сутки).

$t_x$  - температура воды в зимний период ( $5^{\circ}C$ )

$c$  – удельная теплоемкость воды ( $4,19 \text{ Дж/кг}^{\circ}C$ ).

Максимальный тепловой поток на горячее водоснабжение жилых и общественных зданий, Вт, определяется по формуле:

$$Q_{max}^{г.в.} = 2,4 \cdot Q_{cp}^{г.в.}$$

Результаты расчета приведены в таблице 1

Таблица 1 Тепловые потоки по зданиям

№ п/п	Тип здания	Кол-во этажей	Площадь здания, $m^2$	Кол-во жителей	$q_0$ , Вт	Мах.тепл. поток на отопл. $Q_{max}^0$ , Вт	Ср.тепл. поток на гор. водосн. $Q_{cp}^{г.в.}$ , Вт	Мах.тепл. поток на гор. водосн. $Q_{max}^{г.в.}$ , Вт	Мах.тепл. поток на вентиляцию. $Q_{max}^в$ , Вт
1	Жилой дом	2	1100	92	163	179300	28006	67215	—
2	Жилой дом	5	6000	500	78	468000	152760	366625	—
3	Магазин	2	2000	50	163	407500	3637	8729	48900
4	Детский сад	2	3000	350	163	611250	25460	61104	73350
5	Жилой дом	9	6000	500	78	468000	152760	366625	—
6	Жилой дом	9	5500	458	78	429000	140030	336073	—
7	Школа	3	5100	1000	95	605625	72743	174583	72675

Определение расходов теплоносителя.

Суммарный расход теплоносителя в тепловых сетях, кг/час, определяется по формуле:

$$G_c = G_{\max}^0 + G_{\max}^6 + G_{cp}^{2.6} \cdot k_3$$

где  $G_{\max}^0$  - максимальный расход теплоносителя на отопление, кг/час;

$G_{\max}^6$  - максимальный расход теплоносителя на вентиляцию, кг/час;

$G_{cp}^{2.6}$  - средний расход на горячее водоснабжение, кг/час;

$k_3=1,2$

Максимальный расход на отопление, кг/час, определяется по формуле:

$$G_{\max}^c = \frac{3.6 \cdot Q_{\max}^0}{(T_1 - T_2) \cdot c}$$

где  $Q_{\max}^0$  - максимальный тепловой поток на отопление, Вт;

$c$  - удельная теплоемкость воды (4,19 Дж/кг<sup>0</sup>С).

$T_1$  - температура теплоносителя в подающем трубопроводе, <sup>0</sup>С, ( $T_1=150^0C$ );

$T_2$  - температура теплоносителя в обратном трубопроводе, <sup>0</sup>С, ( $T_2=70^0C$ );

Максимальный расход теплоносителя на вентиляцию, кг/час:

$$G_{\max}^6 = \frac{3.6 \cdot Q_{\max}^6}{(T_1 - T_2) \cdot c}$$

Средний расход теплоносителя на горячее водоснабжение для закрытой системы, кг/час:

$$G_{cp}^{2.6} = \frac{3.6 \cdot Q_{cp}^{2.6}}{(T_1 - t_3) \cdot c}$$

где  $t_3=30^0C$

Результаты расчета приведены в таблице 2.

Таблица 2 Расход теплоносителя по потребителям, кг/час

№ п/п	Тип здания	Количество этажей	Расход на отопление $G_{\max}^0$ , кг/час	Расход на вентиляцию $G_{\max}^B$ , кг/час	Расход на гор. водо-снабжение	Суммарный расход, кг/час
1	Жилой дом	2	3081	—	413	3494
2	Жилой дом	5	8042	—	2250	10292
3	Магазин	2	7002	840	54	7896
4	Детский сад	2	10504	1260	375	12139
5	Жилой дом	9	8042	—	2250	10292
6	Жилой дом	9	7372	—	2063	9434
7	Школа	3	10407	1249	1071	12727

### 8 Гидравлический расчет системы теплоснабжения.

При гидравлическом расчете тепловых сетей определяются потери давления на участках трубопроводов для последующей разработки гидравлического режима и выявления располагаемых напоров на тепловых пунктах потребителей. При гидравлическом расчете трубопроводов определяют суммарный расчетный расход сетевой воды, складывающийся из расчетных расходов на отопление, вентиляцию и горячее водоснабжение. Перед гидравлическим расчетом составляют расчетную схему тепловой сети с нанесением на ней длин и диаметров трубопроводов, местных сопротивлений и расчетных расходов теплоносителя по всем участкам сети.

Потери давления на участке трубопровода складываются из линейных потерь (на трение) и потерь в местных сопротивлениях:

$$\Delta H = \Delta H_{\text{л}} + \Delta H_{\text{м}},$$

Линейные потери пропорциональны длине труб и равны:

$$\Delta H_{\text{л}} = \beta \cdot R \cdot l,$$

где  $R$  – удельные потери давления на трение, кгс/м<sup>2</sup>, [2];

$l$  – длина трубопровода,

$\beta$  – коэффициент шероховатости, (для новых труб  $\beta = 1$ ).



Потери напора в местных сопротивлениях определяются по номограмме [2] в зависимости от суммы коэффициентов сопротивлений  $\Sigma\xi$ , и скорости воды, м/с.

Результаты расчетов теплосети до и после реконструкции приведены в таблицах 3 и 4.

Таблица 3 Гидравлический расчет системы теплоснабжения до реконструкции

№ уч.	Расход теплоносителя, G, т/ч	Длина участка l, м	Диаметр труб d, мм	Скорость теплоносителя V, м/с	R мм/м	$\Sigma\xi$	Линейные потери, Нл, м	Местные сопротивления Нм, м	Сумма потерь, м
1-2	3,5	125	50	0,52	9,8	4,3	1,35	0,058	2,81
2-3	25,9	63	100	0,93	13,6	2,1	0,94	0,09	2,06
3-УТ1	33,8	60	125	0,8	7,2	3,5	0,48	0,11	1,17
УТ1-КУ	66,2	57	150	1,07	10,4	2	0,65	0,09	1,52
		$\Sigma=305$							1=7,57
7-6	12,7	118	80	0,59	7,8	3,3	1,01	0,057	2,14
6-5	22,1	72	100	0,8	9,8	2,1	0,78	0,068	1,69
5-УТ1	32,4	56	100	1,2	20,1	2	1,24	0,15	2,78
УТ1-КУ	66,2	57	150	1,07	10,4	2	0,65	0,09	1,52
		$\Sigma=303$							$\Sigma= 8,13$

$$\text{Невязка: } \Delta = \frac{8,13 - 7,57}{8,13} \cdot 100\% = 6,9\%$$

*Коэффициенты местных сопротивлений.*

Участок 1-2: 1 задвижка (0,5) + 1 компенсатор (2,8) + тройник (1) = 4,3.

Участок 2-3: 1 задвижка (0,5) + отвод (0,6) + расширение потока (1) = 2,1.

Участок 3-УТ1: 2 задвижки (0,5) + тройник (1) + расширение потока (1) = 3,5.

Участок УТ1-КУ: 2 задвижки (0,5) + расширение потока (1) = 2.

Участок 7-6: 1 задвижка (0,5) + 1 компенсатор (2,8) = 3,3.

Участок 6-5: 1 задвижка (0,5) + отвод (0,6) + расширение потока (1) = 2,1.

Участок 5-УТ1: 2 задвижки (0,5) + тройник на ответвление (1) = 2.

Таблица 4 Гидравлический расчет системы теплоснабжения после реконструкции

№ уч.	Расход теплоносителя G, т/ч	Длина участка l, м	Диаметр труб d, мм	Скорость теплоносителя V, м/с	R мм/м	$\Sigma \xi$	Линейные потери, Нл, м	Местные сопротивления, Нм, м	Сумма потерь
2-3	9,9	63	70	0,77	14,5	1,1	1,00	0,032	2,07
3-УТ1	17,8	60	100	0,66	6,6	3,5	0,44	0,075	1,02
УТ1-КУ	36,8	57	125	0,85	8,45	2	0,53	0,073	1,21
		$\Sigma=180$							$\Sigma=4,30$
6-5	9,1	72	70	0,71	12	1,1	0,95	0,028	1,96
5-УТ1	19	56	100	0,7	7,4	3,5	0,46	0,085	1,08
УТ1-КУ	36,8	57	125	0,85	8,45	2	0,53	0,073	1,21
		$\Sigma=185$							$\Sigma=4,24$

$$\text{Невязка: } \Delta = \frac{4,3 - 4,24}{4,3} \cdot 100\% = 1,4\%$$

*Коэффициенты местных сопротивлений:*

Участок 2-3: 1 задвижка (0,5) + отвод (0,6)=1Д.

Участок 3-УТ1: 2 задвижки (0,5) + тройник (1) + расширение потока (1) = 3,5.

Участок УТ1-КУ: 2 задвижки (0,5) + расширение потока (1) = 2.

Участок 6-5: 1 задвижка (0,5) + отвод (0,6) = 1,1.

Участок 5-УТ1: 2 задвижки (0,5) + тройник на ответвление (1) + расширение потока (1) = 3,5.

## 9 Спецификация системы теплоснабжения до реконструкции

№ п\п	Обозначение	Наименование	Кол-во	Масса	Прим.
1	ГОСТ 10704-76*	Труба стальная электросварная, d = 50, м пм	125		
2	ГОСТ 10704-76*	то же, d = 80, м	118		
3	ГОСТ 10704-76*	то же, d = 100, м	191		
4	ГОСТ 10704-76*	то же, d = 125, м	60		
5	ГОСТ 10704-76*	то же, d = 150, м	57		
6	ГОСТ 12821-80	Задвижка стальная 30с22нж, d = 50, шт	2		
7	ГОСТ 12821-80	Задвижка стальная 30с22нж, d = 80, шт	2		
8	ГОСТ 12821-80	Задвижка стальная 30с22нж, d = 100, шт	8		
9	ГОСТ 12821-80	Задвижка стальная 30с22нж, d = 125, шт	4		
10	ГОСТ 12821-80	Задвижка стальная 30с22нж, d = 150, шт	4		
11	ГОСТ 14911-82	Неподвижная опора, d=50,шт	2		
12	ГОСТ 14911-82	Неподвижная опора, d=80,шт	2		
13	ГОСТ 14911-82	Неподвижная опора, d=100,шт	8		
14	ГОСТ 14911-82	Неподвижная опора, d=125,шт	4		
15	ГОСТ 14911-82	Неподвижная опора, d=150,шт	4		

## 10 Спецификация системы теплоснабжения после реконструкции

№ п\п	Обозначение	Наименование	Кол	Масса	Примеч.
1	ГОСТ 3262-75*	Труба оцинкованная, d=70, м	135		
2	ГОСТ 3262-75*	Труба оцинкованная, d=100, м	116		
3	ГОСТ 3262-75*	Труба оцинкованная, d=125, м	57		
4	ГОСТ 12821-80	Задвижка стальная 30с22нж, d=70, шт	4		
5	ГОСТ 12821-80	Задвижка стальная 30с22нж, d=100, шт	8		
6	ГОСТ 12821-80	Задвижка стальная 30с22нж, d=125, шт	4		
7	ГОСТ 1491 1-82	Неподвижная опора, d=70, шт	4		
8	ГОСТ 1491 1-82	Неподвижная опора, d=100, шт	8		
9	ГОСТ 1491 1-82	Неподвижная опора, d=125, шт	4		

## 11 Выводы

Полученная в результате реконструкции тепловая сеть отвечает всем требуемым положениям - это высокие технические показатели и экономическая выгодность. Использование трубопроводов и изоляционного покрытия из качественного материала обеспечивает одни из самых важных технических показателей – долговечность и надежность системы теплоснабжения, что существенно снижает вероятность аварий. Принятая в проекте бесканальная прокладка тепловой сети – самая экономичная из подземных способов прокладки. Качественная реконструкция с применением пенополиуретановой изоляции с прочной гидроизоляционной оболочкой гарантирует 50-летнюю эксплуатацию трубопроводов. Бесканальная прокладка позволяет снизить строительную стоимость тепловых сетей на 30 – 40 %. Сокращение протяженности тепловой трассы уменьшило

капитальные вложения, а также дает возможность быстрой ликвидации аварий в случае их возникновения, что повышает уровень обслуживания потребителей теплоты. Также каждый потребитель обеспечивается теплоносителем с необходимым давлением и температурой благодаря уменьшению теплопотерь за счет сокращения теплотрассы и установки у самых отдаленных потребителей топочных и местных котельных. За счет уменьшения количества потребителей, подключенных к централизованной системе сократился объем подготавливаемого котельной установкой теплоносителя, а следовательно и расход топлива, что сокращает эксплуатационные расходы. Отключенные от централизованного теплоснабжения потребители получают тепло и горячую воду от местных котельных. Выбор централизованного и децентрализованного теплоснабжения необходимо делать на основе тщательного экономического и экологического анализа. Качественно и квалифицированно проведенная реконструкция тепловых сетей микрорайона позволяет повысить надежность и долговечность тепловых сетей и снизить потери тепла.

# Расчетная схема тепловой сети до реконструкции

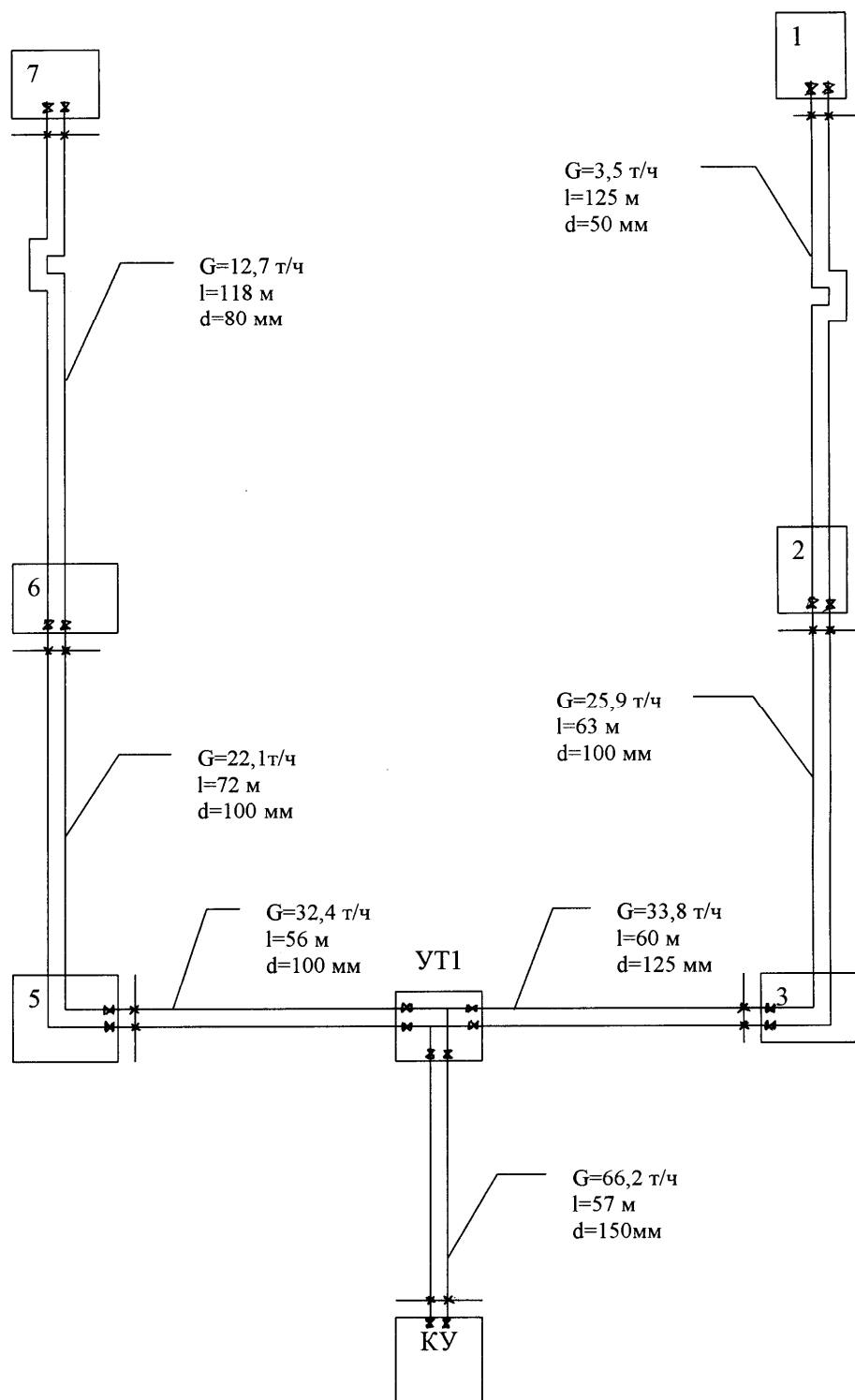


Рис. 1 – Расчетная схема тепловой сети до реконструкции

### Расчетная схема тепловой сети после реконструкции

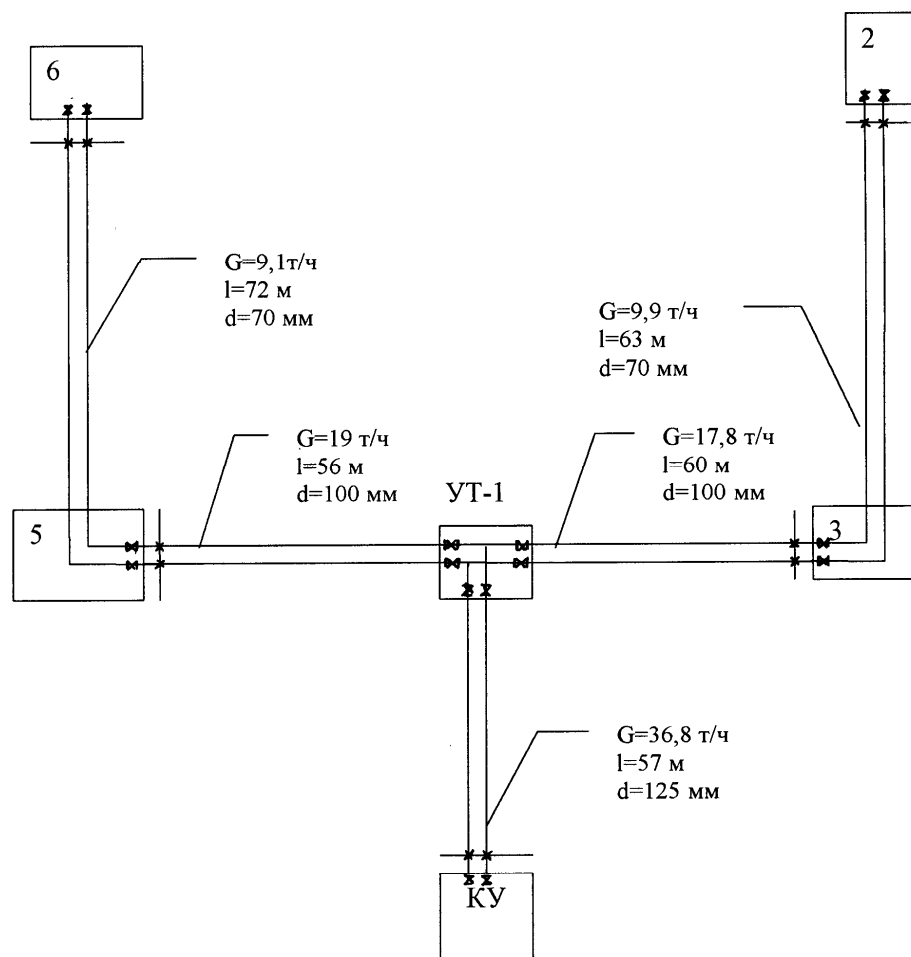


Рис. 2 – Расчетная схема тепловой сети после реконструкции

## **Список источников**

### **Основная литература**

- 1 Авдолимов Е.М. Реконструкция водяных тепловых сетей. – М.: Стройиздат, 1990. – 304 с.
- 2 Бережнов И.О., Шульга Н. А. Устройство и эксплуатация тепловых и газовых сетей.- Киев, 1992.- 123 с.
- 3 Дмитриев А.В., Кетаев А.Б.. Городские инженерные сети.- М.: Стройиздат, 1988.- 175 с.
- 4 Наладка и эксплуатация водяных тепловых систем. Справочник. Манюк В.И., Каплинский Я.И.и др. – М.: Стройиздат, 1988.- 432 с.
- 5 Павлов И.И., Федоров М.Н. Котельные установки и тепловые сети.- М.: Стройиздат, 1986.- 232 с.
- 6 СНиП 2.04.07-86. Тепловые сети.- М.: Стройиздат, 1988.- 46 с.

### **Дополнительная литература**

- 1 А.А.Скворцов, И.А.Заверкин. Повышение надежности конструкций подземных тепловых сетей.- М.: Энергоиздат, 1986.- 105 с.
- 2 В.В.Цветков, И.А.Бережнов. Справочник по теплоснабжению промышленных предприятий.- Х.: Прапор, 1987.- 115 с.

### **Методическое обеспечение**

Методичні вказівки до самостійної роботи з дисципліни «Теплопостачання». / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: Т.О. Євсєєва, О.М. Лобко.– Х.: ХНАГХ, 2009 – 15 с.

### **Интернет-ресурсы**

- 1 [www.abok.ru](http://www.abok.ru)
- 2 [www.c-o-k.ru](http://www.c-o-k.ru)
- 3 <http://www.truba.ua/f/odv/>



### Задание на курсовой проект

№ вар	Общая площадь здания, м <sup>2</sup> / (кол-во потребителей)							Постройка, год.	Город
	1	2	3	4	5	6	7		
	ж.д. 3 эт.	ж.д. 9 эт.	маг. 2 эт.	д.сад 2 эт	ж.д. 5 эт.	ж.д. 9 эт.	школа 3 эт.		
1	800	4500	2000 (50)	2500 (300)	2000	3200	4800 (1000)	после 1985г.	Харьков
2	800	4500	2000 (50)	2500 (300)	2000	3200	4800 (1000)	до 1985г.	Бердянск
3	1000	5500	3300 (60)	2600 (300)	2500	6000	5200 (1100)	после 1985г.	Винница
4	1000	5500	3300 (60)	2600 (300)	2500	6000	5200 (1100)	до 1985г.	Евпатория
5	800	6000	1500 (40)	2200 (250)	3000	6500	4400 (900)	после 1985г.	Донецк
6	800	6000	1500 (40)	2200 (250)	3000	6500	4400 (900)	до 1985г.	Житомир
7	900	3000	3200 (60)	2700 (200)	4500	5000	5100 (1000)	после 1985г.	Запорожье
8	900	3000	3200 (60)	2700 (200)	4500	5000	5100 (1000)	до 1985г.	Керчь
9	1000	6500	1400 (40)	1600 (100)	3500	6400	4200 (900)	после 1985г.	Конотоп
10	1000	6500	1400 (40)	1600 (100)	3500	6400	4200 (900)	до 1985г.	Луганск
11	800	7000	2000 (50)	1500 (100)	2800	4500	5200 (1100)	после 1985г.	Полтава
12	800	7000	2000 (50)	1500 (100)	2800	4500	5200 (1100)	до 1985г.	Львов
13	900	4500	3100 (60)	2800 (300)	3000	5500	4800 (900)	после 1985г.	Сумы
14	900	4500	3100 (60)	2800 (300)	3000	5500	4800 (900)	до 1985г.	Севастополь
15	1000	6200	2200 (50)	1900 (200)	2400	4000	5000 (1000)	после 1985г.	Феодосия
16	1000	6200	2200 (50)	1900 (200)	2400	4000	5000 (1000)	до 1985г.	Киев
17	800	4800	3000 (60)	2500 (300)	5000	6500	4900 (900)	после 1985г.	Кировоград
18	800	4800	3000 (60)	2500 (300)	5000	6500	4900 (900)	до 1985г.	Николаев
19	900	5000	2200 (50)	2900 (300)	4200	6000	5200 (1100)	после 1985г.	Симферополь
20	900	5000	2200 (50)	2900 (300)	4200	6000	5200 (1100)	до 1985г.	Черкасы
21	700	5500	2100 (50)	3000 (300)	3500	7000	6200 (1200)	после 1985г.	Херсон
22	700	5500	2100 (50)	3000 (300)	3500	7000	6200 (1200)	до 1985г	Ужгород
23	1100	7500	3100 (60)	2400 (250)	5500	4000	4700 (1000)	после 1985г.	Чернигов
24	1100	6000	2000 (50)	3000 (300)	6000	5500	5100 (1000)	после 1985г	Хмельницкий
25	800	5000	3000 (60)	2400 (250)	4500	8000	6000 (1200)	до 1985г	Мариуполь

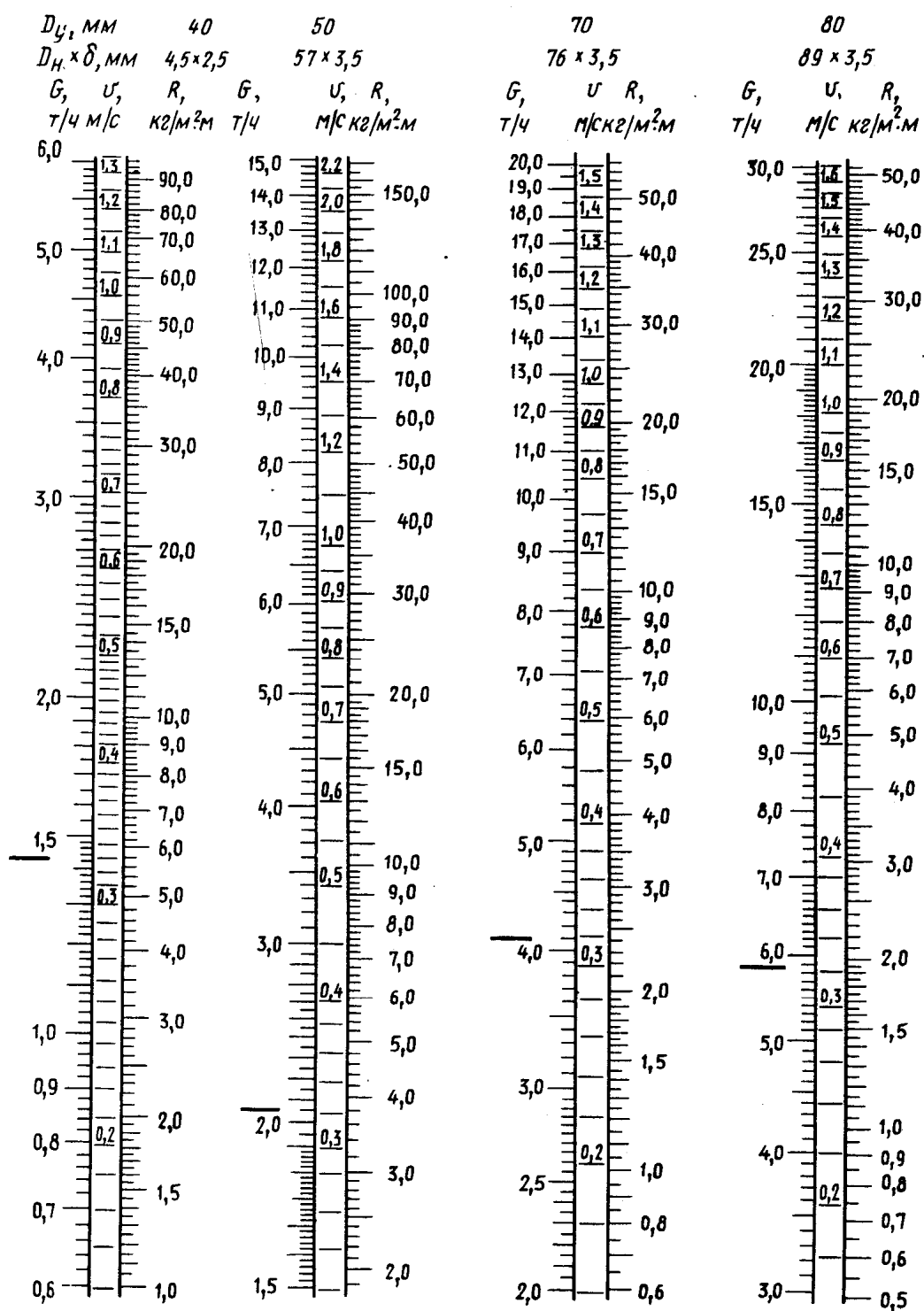
## Приложение 1

### УКРУПНЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАКСИМАЛЬНОГО ТЕПЛОВОГО ПОТОКА НА ОТОПЛЕНИЕ ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ НА 1 м<sup>2</sup> ОБЩЕЙ ПЛОЩАДИ $q_o$ , Вт

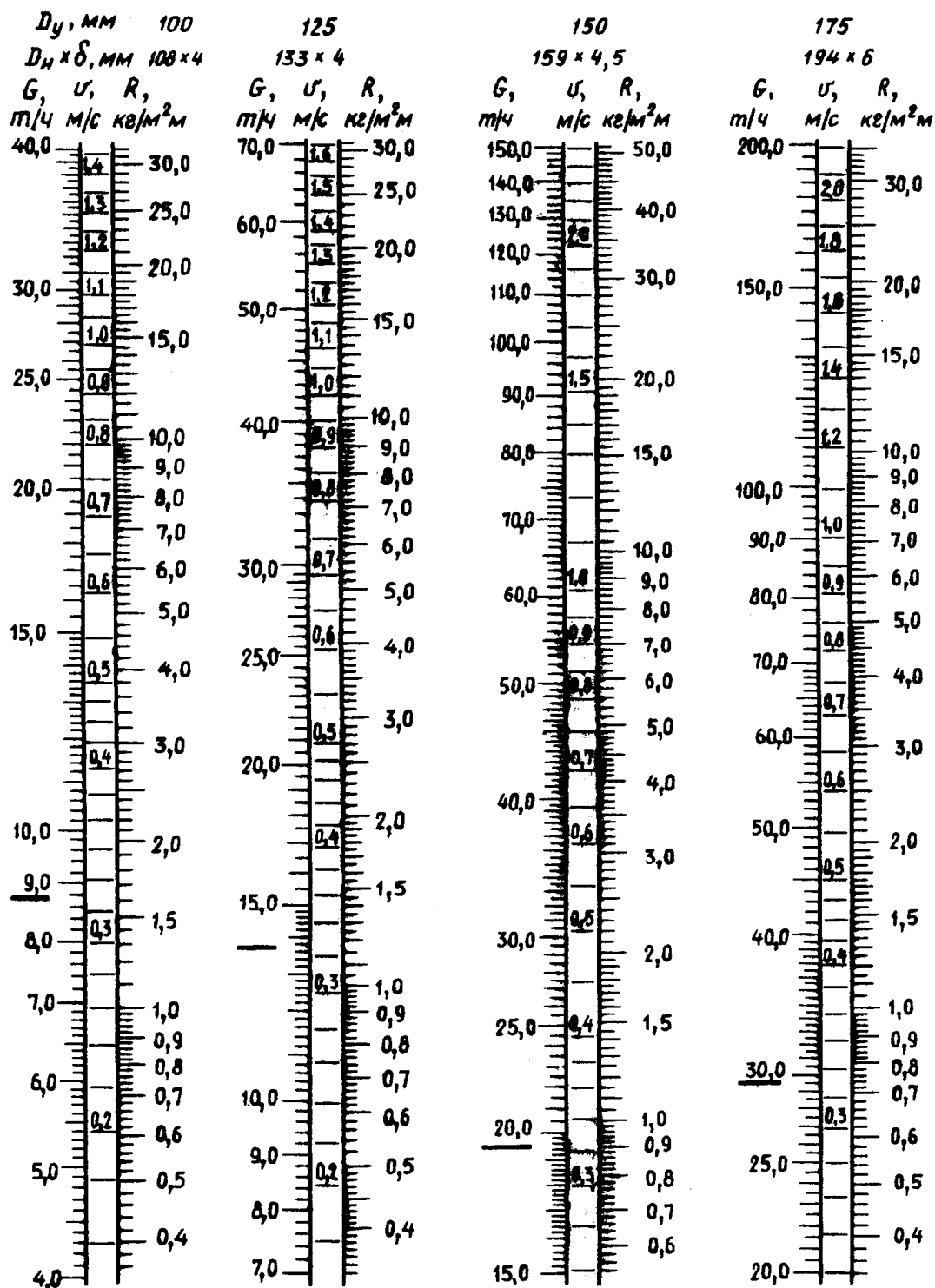
Этажность жилой постройки	Характеристика зданий	Расчетная температура наружного воздуха для проектирования отопления $t_o$ , °C										
		минус 5	минус 10	минус 15	минус 20	минус 25	минус 30	минус 35	минус 40	минус 45	минус 50	минус 55
Для постройки до 1985 г.												
1 - 2	Без учета и внедрения энергосберега ющих мероприятий	148	154	160	205	213	230	234	237	242	255	271
3 - 4		95	102	109	117	126	134	144	150	160	169	179
5 и более		65	70	77	79	86	88	98	102	109	115	122
1 - 2	С учетом внедрения энергосберега ющих мероприятий	147	153	160	194	201	218	222	225	230	242	257
3 - 4		90	97	103	111	119	128	137	140	152	160	171
5 и более		65	69	73	75	82	88	92	96	103	109	116
Для постройки после 1985 г.												
1 - 2	По новым типовым проектам	145	152	159	166	173	177	180	187	194	200	208
3 - 4		74	80	86	91	97	101	103	109	116	123	130
5 и более		65	67	70	73	81	87	87	95	100	102	108
Примечания: 1. Энергосберегающие мероприятия обеспечиваются проведением работ по утеплению зданий при капитальных и текущих ремонтах, направленных на снижение тепловых потерь.												
2. Укрупненные показатели зданий по новым типовым проектам приведены с учетом внедрения прогрессивных архитектурно-планировочных решений и применения строительных конструкций с улучшенными теплофизическими свойствами, обеспечивающими снижение тепловых потерь.												

## Номограмма для гидравлического расчета трубопроводов

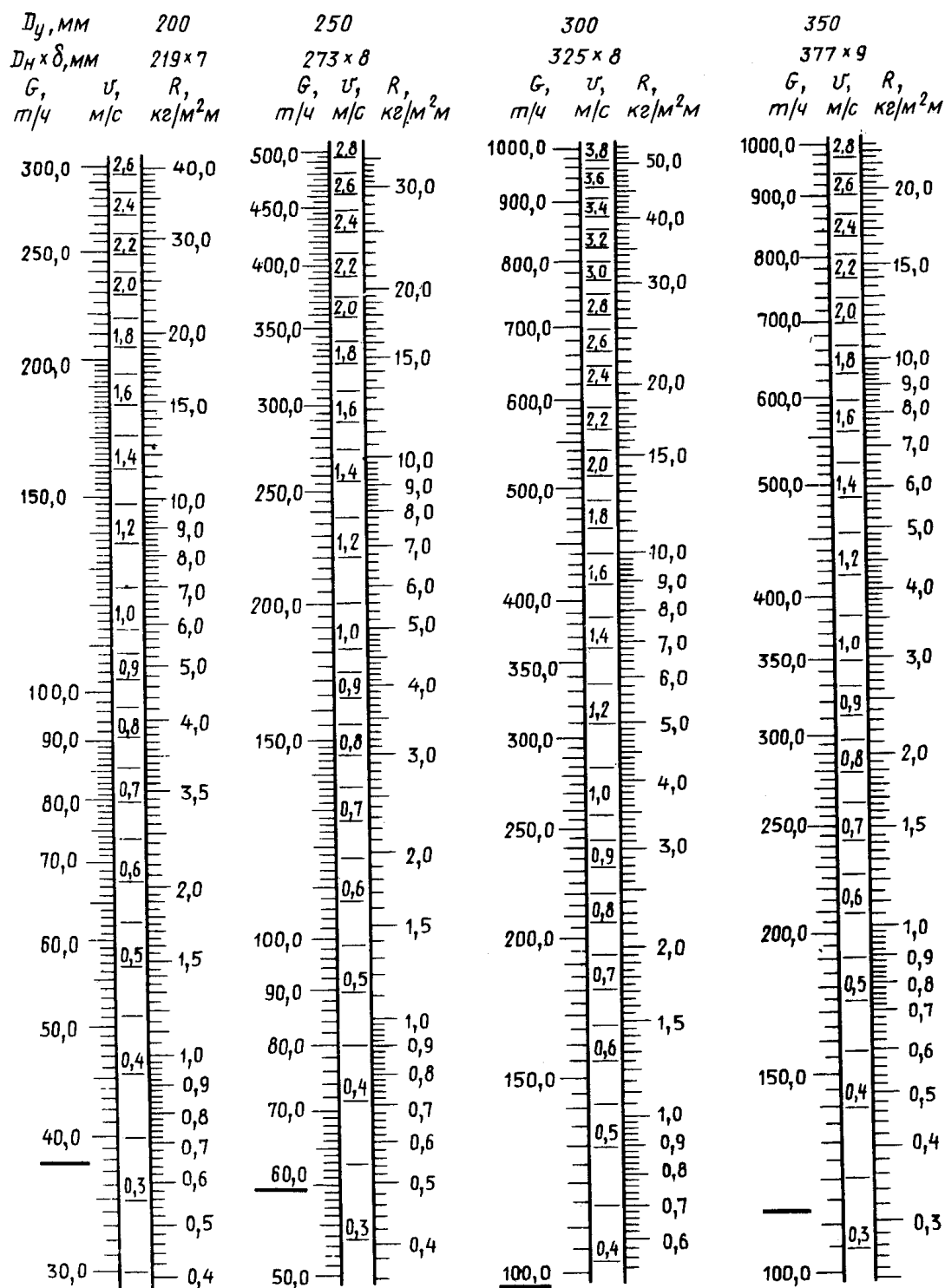
**Д = 40 – 80 мм**



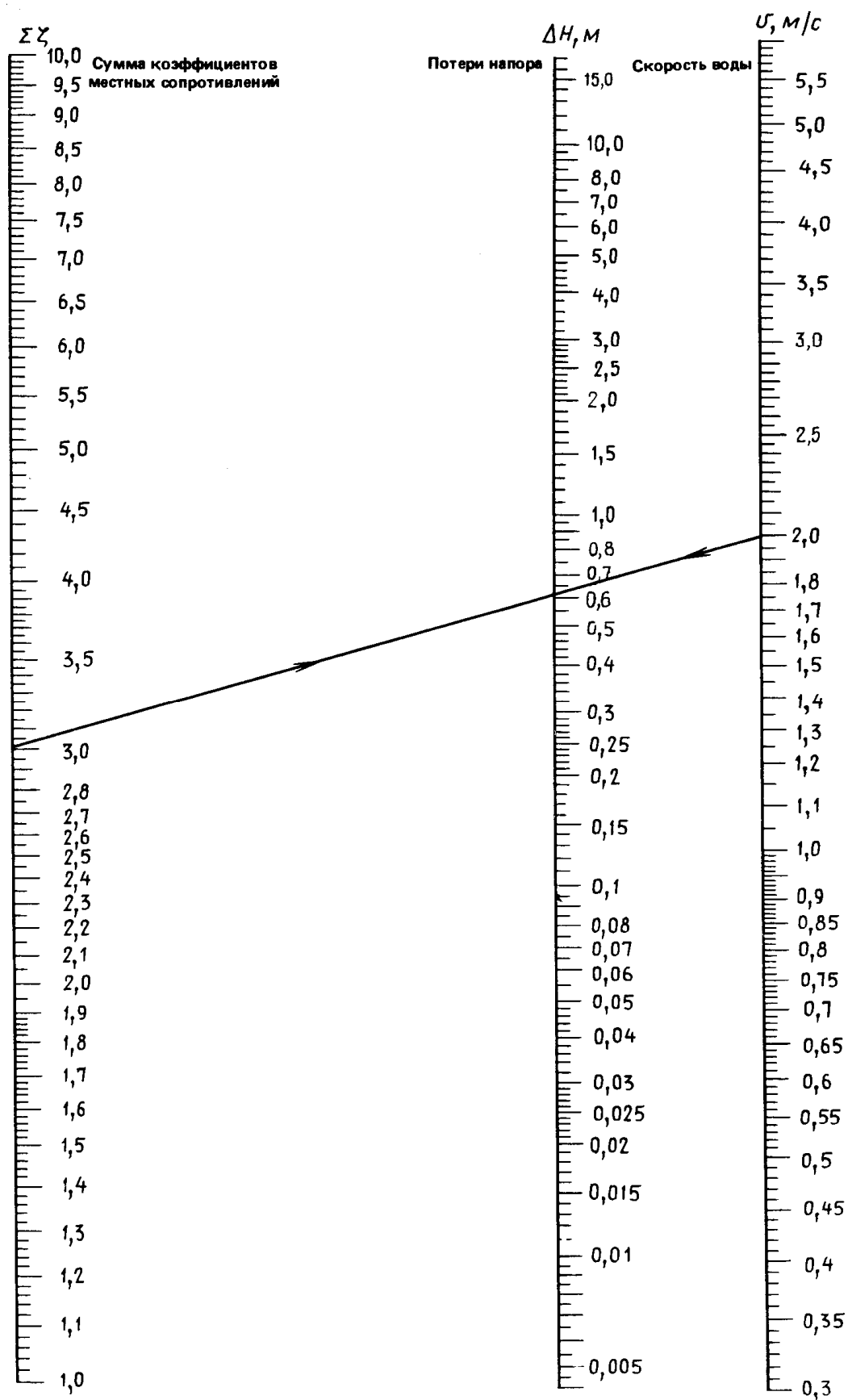
**Номограмма для гидравлического расчета трубопроводов**  
**Д = 100 – 175 мм**



# **Номограмма для гидравлического расчета трубопроводов** **Д = 200 – 250 мм**



# Номограмма для определения потерь давления в местных сопротивлениях



**Коэффициенты местных сопротивлений в трубопроводах  
тепловых сетей**

<b>Местное сопротивление</b>	<b>Коэффициент местного сопротивления</b>
Задвижка нормальная	0,5
Компенсатор П-образный	2,8
Отводы сварные 90°	0,6
Тройник на проход	1,0
Тройник на ответвление	1,5
Тройник при встречном потоке	3,0
Внезапное расширение	1,0
Внезапное сужение	0,5
Крестовина на проход	2
Крестовина на ответвление	3

Навчальне видання

Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни  
**«Теплопостачання»**  
(для студентів 4 і 5 курсів усіх форм навчання і слухачів другої вищої  
освіти напряму підготовки 0921 (6.060101) «Будівництво», спеціальності  
«Теплогазопостачання та вентиляція»)

(рос. мовою)

**Укладачі:** ЄВСЄЄВА Тетяна Олексіївна,  
**ЛАСТОВЕЦЬ** Наталя Володимирівна

В авторській редакції  
Комп'ютерне верстання *Т.О. Євсєєва*  
Відповідальний за випуск *І.І. Капцов*

План 2009, поз. 183 М

---

Підп. до друку 19.11.2010  
Друк на ризографі.  
Зам. №

Формат 60 x 84 1/16  
Ум. друк. арк. 1,3  
Тираж 50 пр.

Видавець і виготовлювач:  
Харківська національна академія міського господарства,  
вул. Революції, 12, Харків, 61002  
Електронна адреса: [rectorat@ksame.kharkov.ua](mailto:rectorat@ksame.kharkov.ua)  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи:  
ДК №731 від 19.12.2001